

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Penggunaan zat warna banyak digunakan dalam berbagai macam kegiatan industri, salah satunya industri tekstil. Akibat proses produksinya, industri tekstil akan menghasilkan limbah zat warna. Limbah zat warna tersebut dapat menimbulkan pencemaran lingkungan jika tidak dilakukan pengolahan. Hal ini dikarenakan bahan pewarna yang digunakan oleh sebagian besar industri tekstil merupakan zat organik yang sulit terurai dilingkungan dan beracun.

*Methylene Blue* (MB) merupakan zat pewarna sintetis yang digunakan pada industri tekstil. Zat yang tergolong warna primer ini termasuk senyawa aromatik heterosiklik kationik. Keberadaannya pada kuantitas rendah sangat terlihat, sehingga menyebabkan terjadinya perubahan warna. Perubahan warna tersebut dapat menimbulkan beberapa masalah seperti mengganggu penetrasi sinar matahari dalam perairan, menghambat proses fotosintesis yang berpengaruh terhadap pertumbuhan biota, serta mengganggu kelarutan gas dalam air (O'zer & Dursun, 2007).

Banyak cara telah diterapkan dalam meminimalisir pencemaran akibat zat warna. Salah satu yang sering digunakan adalah adsorpsi. Adsorpsi merupakan proses penyerapan zat pencemar (absorbat) kedalam suatu zat penyerap (adsorben) (Sawyer dkk, 1994). Pada umumnya adsorben yang sering digunakan dalam proses adsorpsi adalah karbon aktif. Namun, seiring berkembangnya teknologi banyak studi meneliti penggunaan bahan alternatif lain yang lebih murah dan keberadaannya mudah ditemukan. Contohnya penggunaan lumpur sisa pengolahan air minum sebagai adsorben. Pemanfaatan lumpur sisa pengolahan air minum sebagai adsorben sudah pernah dikaji dalam suatu studi ilmiah. Dalam kajian tersebut membahas tentang daya adsorpsi dan aplikasi penggunaannya (Chiang dkk, 2012). Pada studi tersebut dilaporkan ternyata lumpur sisa pengolahan air minum memiliki kandungan humat, besi amorf, silika dan aluminium hidroksida

serta memiliki luas permukaan yang besar. Dengan karakteristik tersebut dapat membuat lumpur menjadi lebih reaktif dan cocok sebagai agen penyerap.

Di Indonesia, pengolahan air dilakukan oleh Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM). Air baku yang digunakan oleh PDAM berasal dari air sungai, air danau, air sumur. Tingginya kandungan zat koloid dalam air sungai menyebabkan proses pemisahan sulit untuk dilakukan. Sehingga dalam proses pengolahannya dibutuhkan koagulan dengan kandungan aluminium hidroksida seperti PAC (*Poly Aluminium Chloride*) atau tawas. Penambahan koagulan akan mempercepat terbentuknya flok dan mempermudah proses pemisahan. Dari pengolahan air sungai yang dilakukan oleh PDAM akan dihasilkan produk sampingan berupa lumpur. Sejauh ini belum ada pemanfaatan mengenai lumpur tersebut dan biasanya hanya dikumpulkan pada suatu area pembuangan. Padahal lumpur tersebut memiliki potensi untuk dijadikan sebagai bahan adsorben yang telah dibuktikan dengan adanya penelitian. Maka dari itu, lumpur sisa pengolahan air di PDAM dipilih sebagai bahan adsorben dalam penelitian ini. Lumpur yang digunakan berasal dari PDAM Tirta Bingangun Yogyakarta. Hal ini dikarenakan sumber air baku pada PDAM ini diambil dari air sungai sehingga lumpur yang dihasilkan memiliki kandungan humat yang lebih besar.

Dalam penggunaannya, adsorben jenis serbuk akan menyebar dalam air sehingga membutuhkan metode lain dalam proses pemisahannya. Alternatif untuk meminimalisir dampak dari penggunaan adsorben serbuk adalah dengan menerapkan metode enkapsulasi pada pembuatan adsorben. Kelebihan lain dari metode enkapsulasi pada pembuatan adsorben yakni dapat meningkatkan kemampuan adsorpsi.

*Alginate gel* adalah kopolimer bercabang dari  $\beta$ -1, 4 asam manuronat (M) dan  $\alpha$ -L asam guluronat (G) (Masuelli & Christian, 2014). *Alginate* dapat diubah kedalam bentuk hidrogel dengan melalui hubungan silang (*cross linking*) dengan ion kalsium divalen dimana setiap ion logam divalen mengikat dua gugus karboksil yang berdampingan dengan molekul *alginate*. Begitu halnya dengan agar yang merupakan ekstrak polisakarida pada *agarophyte* dan termasuk kelompok *Rhodophyte* memiliki keteraturan ikatan disakarida yang didasari dari substitusi

gugus karboksil dengan hemiesters sulfat dan metil eter (Usov, 1998). Gugus karboksil yang terdapat pada *alginate gel* dan agar ini yang kemudian berperan pada proses adsorpsi dalam mengadsorpsi MB dalam air (Nayak & Lahiri, 2006).

Dalam penelitian ini dilakukan adsorpsi *methylene blue* dengan menggunakan lumpur hasil pengolahan PDAM Tirta Binangun Yogyakarta yang terenkapsulasi dalam *alginate gel* dan agar dengan tujuan memudahkan pemisahan adsorben dalam larutan serta menambah kemampuan adsorpsi. Namun, lumpur hasil pengolahan air minum sebelum digunakan sebagai adsorben dilakukan proses aktivasi dengan menggunakan asam fosfat  $H_3PO_4$ . Proses aktivasi ini bertujuan untuk memperbesar ukuran pori dan menambah *site* aktif untuk mengikat MB dalam larutan. Sehingga dalam penelitian ini lumpur akan diuji dengan 4 perlakuan yakni tanpa aktivasi (*Raw Sludge Powder* (RSP)), dengan aktivasi (*Powder Activated Sludge* (PAS)), dengan aktivasi dan enkapsulasi alginat (*Powder Activated Sludge-Alginate* (PAS-AG)), dengan aktivasi dan enkapsulasi agar (*Powder Activated Sludge-Agar* (PAS-AR)) Selain itu, pemilihan *methylene blue* sebagai adsorbat pada penelitian karena memiliki muatan positif bersih sehingga mudah teradsorpsi ke permukaan adsorben berbasis lumpur yang bermuatan negatif (Weng & Pan, 2006).

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Bagaimana karakteristik lumpur hasil pengolahan PDAM sebagai adsorben?
2. Bagaimana pengaruh kondisi penambahan massa, pH, waktu kontak, dan konsentrasi adsorbat dalam proses adsorpsi zat warna MB oleh lumpur hasil pengolahan PDAM?
3. Bagaimana kemampuan adsorben *Raw Sludge Powder* (RSP), *Powder Activated Sludge* (PAS), *Powder Activated Sludge-Alginate* (PAS-AG), *Powder Activated Sludge-Agar* (PAS-AR) dalam proses adsorpsi MB?
4. Apa jenis isoterm yang sesuai pada proses adsorpsi dengan lumpur hasil pengolahan PDAM pada kondisi *equilibrium*?

5. Bagaimana kapasitas adsorpsi lumpur hasil pengolahan PDAM dalam mengadsorpsi zat warna MB?
6. Apa metode enkapsulasi yang paling baik dalam menyerap zat warna MB?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui karakteristik lumpur hasil pengolahan PDAM sebagai adsorben.
2. Mengetahui pengaruh penambahan kondisi massa, pH, waktu kontak, dan konsentrasi adsorbat dalam proses adsorpsi zat warna MB oleh lumpur hasil pengolahan PDAM.
3. Mengetahui kemampuan adsorben *Raw Sludge Powder (RSP)*, *Powder Activated Sludge (PAS)*, *Powder Activated Sludge-Alginate (PAS-AG)*, *Powder Activated Sludge-Agar (PAS-AR)* dalam proses adsorpsi MB
4. Mengetahui jenis isotherm yang sesuai pada proses adsorpsi dengan lumpur hasil pengolahan PDAM pada kondisi yang *equilibrium*.
5. Mengetahui metode enkapsulasi yang paling baik dalam menyerap zat warna MB.

### 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan inovasi pemanfaatan lumpur hasil pengolahan PDAM sebagai adsorben dengan metode enkapsulasi *alginate gel* dan agar.
2. Memberikan kontribusi terhadap penelitian tentang penanganan lingkungan khususnya dalam menangani pencemaran akibat zat warna MB.

## 1.5 Batasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah yang telah dijabarkan maka batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Lumpur yang digunakan berasal dari lumpur hasil pengolahan PDAM Tirta Binangun Yogyakarta.
2. Pengkarakterisasian lumpur hasil pengolahan PDAM dengan uji SEM, FTIR, BET, *Element Analysis*, dan ICP-AES.
3. Adsorbat yang digunakan pada penelitian merupakan limbah buatan yang mengandung zat warna MB.
4. Modifikasi adsorben yang dilakukan adalah dengan metode enkapsulasi agar dan *alginate gel*.
5. Pada penelitian dilakukan variasi massa adsorben, pH, konsentrasi adsorbat, dan waktu kontak antara adsorben dan adsorbat.